Energy Innovators Initiative

Technical Fact Sheet

Reducing Water Use by Installing a Closed-Loop Compressor Cooling System

Description

Some water-cooled air compressors use domestic cold water to cool the air between compression stages, and sometimes after the final compression stage. In urban areas, using cold municipal water for cooling purposes in an *open loop* (in which water passes through only once) is costly and wasteful. This type of cooling is common in many systems because it is simple to set up and cold water is readily available. However, installing a *closed-loop* fan-coil system, as shown in Figure 1, can nearly eliminate domestic water usage during winter and shoulder seasons.

Figure 1 - Fan Coil, Pump and Three-Way Valve

Technical Specifications

As illustrated in the schematic in Figure 2, the alternative compressor cooling system consists of a bank of fans that draw outside air through a heat exchanger fed from a closed glycol loop. When the fan-cooled heat exchanger cannot provide the required cooling, domestic cold water is brought in through a heat exchanger (Figure 3, overleaf). If the cooling water temperature rises above the setpoint temperature, the domestic water control valve opens to bring the temperature down. A three-way mixing valve controls the flow of water through the fan-cooled heat exchanger to the compressors. The system operates with a solution of 20 percent propylene glycol and 80 percent water to prevent freezing. Each compressor has a solenoid valve installed in the cooling water supply lines upstream of the compressors to control flow. These valves can be interlocked with the cooling circuit so that the fans and pump are shut off when the compressors are not running.

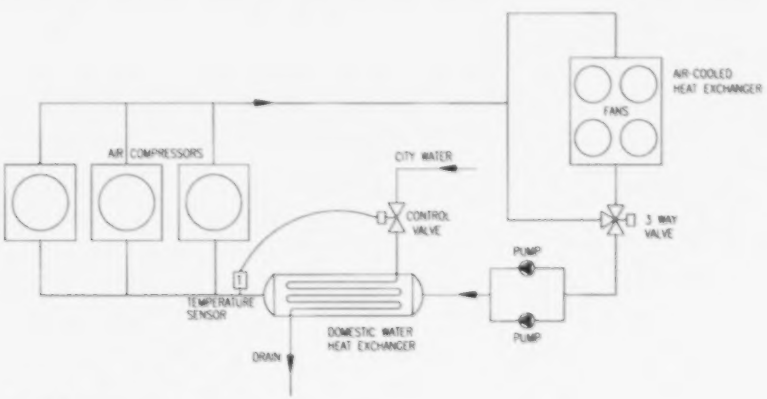

Figure 2 - Schematic of a Closed System

Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada

Canada

106-03655/

Energy Information

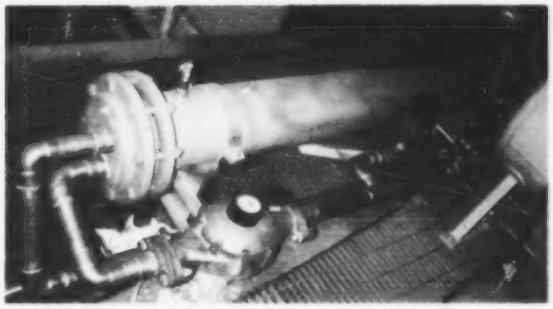

Figure 3 – Domestic Cold Water Heat Exchanger

Water-cooled air compressors consume water almost constantly, and therefore the amount of water they require depends on equipment operating times. As mentioned above, domestic water use drops significantly (in some cases to nearly zero) when using an air-cooled system. Only during the summer, when the cooling requirements are high, is domestic water required to supplement the air cooling. The cost of the electricity required to operate an air-cooled system is 4 to 6 percent of the cost of water at typical municipal rates. The only drawback of the system is that the cooling water inlet temperature needs to be kept as low as possible. Manufacturers specify an inlet temperature of 12°C for a water-cooled system. However, it is difficult to achieve such a low glycol temperature year-round. If an average inlet temperature is 20°C, a two-stage system with inter-cooling and after-cooling would require a 2–3 percent higher input of energy. One side benefit of the air-glycol system is that it preheats ventilation or combustion air from the fan system heat exchanger in the winter.

Case Study

Simon Fraser University in Burnaby, British Columbia, has implemented a program to reduce domestic cold water use. The compressed air system consists of three permanently installed Atlas Copco ZR series two-stage rotary compressors, one of which is used for standby capacity. The two remaining compressors operate 24 hours a day, year-round. The existing cooling system for the compressors was modified to include a new glycol loop, an air-glycol heat exchanger and a supplemental municipal water heat exchanger for peak periods. The maximum heat rejection of the compressors is 130.6 kW during standard operation. The cooling loop was designed with a maximum inlet temperature of 30°C, a maximum temperature rise of 15°C and a glycol mixture flow rate of 2.14 litres per second. A bank of four 1-hp (0.746 kW) fans draws outside air through the air-glycol heat exchanger, and a pair of 2-hp (1.492 kW) circulation pumps each rated at 2.33 L/s (37 U.S. gallons per minute), provides flow through the heat exchanger and to the compressors. The pumps are set to run in a lead/lag configuration, with the second pump running only if the first pump fails. The four fans are configured in pairs and are cycled to maintain the cooling loop temperature setpoint. Table 1 analyses the project cost and savings, and shows that the project will yield a 2.3-year simple payback. Water savings values are based on meter readings performed before the project was implemented.

Table 1 – Project Cost and Savings Analysis

Before	
Estimated Annual Water Use (m^3)	44 570
Annual Cost (@ $0.84/$m^3$)	$37,439
After	
Annual Electrical for Fans and Pump (kWh)	24 300
Penalty for Higher Cooling Temperature (kWh)	18 500
Annual Electricity Cost (average $0.05/kWh)	$2,140
Annual Project Savings	$35,300
Total Project Cost	$81,000
Payback Period (years)	2.3

For more information, contact

Energy Innovators Initiative, Office of Energy Efficiency, Natural Resources Canada, 580 Booth Street, 18th Floor, Ottawa ON K1A 0E4
Tel.: (613) 995-6950 • **Fax:** (613) 947-4121 • **Web site:** http://oee.nrcan.gc.ca/eii

Leading Canadians to Energy Efficiency at Home, at Work and on the Road

The Office of Energy Efficiency of Natural Resources Canada strengthens and expands Canada's commitment to energy efficiency in order to help address the challenges of climate change.

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2002
Cat. No. M92-242/2002-2E ISBN 0-662-31579-0
(Aussi disponible en français)

Recycled paper

Initiative des Innovateurs énergétiques

Fiche technique

Réduction de la consommation d'eau par l'installation d'un système de refroidissement à compresseur en boucle fermée

Description

Certains compresseurs à refroidissement par eau utilisent l'eau froide domestique pour refroidir l'air entre les phases de compression et, parfois, après la dernière phase de compression. Dans les régions urbaines, la consommation d'eau froide municipale aux fins de refroidissement en *boucle ouverte* (dans laquelle l'eau ne circule qu'une fois) est coûteuse et injustifiable au point de vue écologique. Ce type de refroidissement est commun à de nombreux systèmes, car il est simple à installer et l'eau froide est rapidement disponible. Cependant, une installation de type ventilo-convecteur en *boucle fermée*, telle qu'elle est illustrée dans la figure 1, peut éliminer pratiquement toute consommation d'eau domestique pendant l'hiver et les mi-saisons.

Figure 1 – Serpentin de ventilateur, pompes et vanne mélangeuse à trois voies

Spécifications techniques

Comme l'illustre le schéma de la figure 2, le système de refroidissement à compresseur consiste en une série de ventilateurs qui soufflent l'air extérieur dans un échangeur de chaleur alimenté par une boucle fermée contenant du glycol. Lorsque l'échangeur de chaleur refroidi par un ventilateur ne peut pas fournir le refroidissement requis, l'eau froide domestique est fournie à l'aide d'un échangeur de chaleur (voir figure 3). Si la température d'eau de refroidissement s'élève au-dessus de la valeur de température prédéterminée, la vanne de régulation de l'eau domestique s'ouvre, permettant ainsi d'abaisser la température. Une vanne mélangeuse à trois voies contrôle le débit de l'eau qui passe dans l'échangeur de chaleur refroidi par un ventilateur et qui se rend aux compresseurs. Le système fonctionne avec une solution composée de 20 p. 100 de propylèneglycol et de 80 p. 100 d'eau pour empêcher le gel. Chaque compresseur est doté d'une électrovanne, installée en amont des canalisations de distribution d'eau de refroidissement des compresseurs, qui régule le débit. Ces vannes peuvent être synchronisées avec le circuit de refroidissement de sorte que les ventilateurs et la pompe sont désactivés quand les compresseurs ne fonctionnent pas.

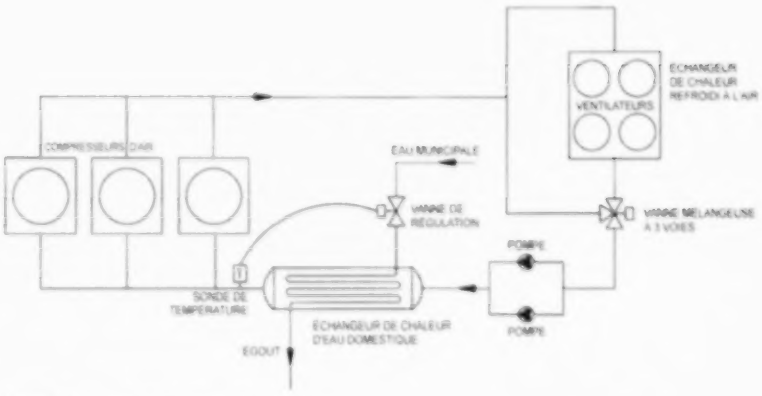

Figure 2 – Schéma d'un système refroidi à l'air

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Canada

Information sur l'énergie

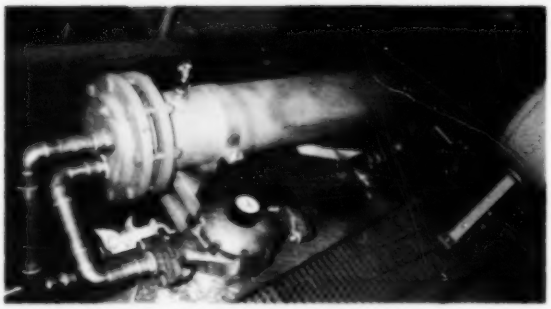

Figure 3 – Échangeur de chaleur d'eau froide domestique

Les compresseurs d'air refroidi par eau consomment de l'eau pratiquement en permanence et, en conséquence, la quantité d'eau requise dépend de la durée de fonctionnement de l'équipement. Comme il est mentionné plus haut, la consommation d'eau domestique diminue significativement (dans certains cas, elle est pratiquement nulle) lorsqu'un système de refroidissement par air est utilisé. Le recours à l'eau domestique est requis uniquement pendant l'été lorsque les besoins en refroidissement sont élevés. Le coût de l'électricité requise pour l'utilisation d'un système à refroidissement par air représente de 4 à 6 p. 100 du coût de l'eau aux tarifs municipaux courants. Le seul inconvénient de ce type de système réside dans le fait que la température d'entrée de l'eau de refroidissement doit être maintenue aussi basse que possible. Les fabricants recommandent une température d'entrée de l'eau de 12 °C pour un système à refroidissement par eau. Toutefois, il est difficile d'obtenir une température de glycol aussi basse toute l'année. Si la température d'entrée moyenne est de 20 °C, un système à deux étapes avec refroidissement intermédiaire et postrefroidissement exigerait un supplément d'énergie d'alimentation de 2 à 3 p. 100. Le fait que ces systèmes à air et au glycol préchauffent l'air de ventilation ou de combustion de l'échangeur de chaleur du système à ventilateurs pendant l'hiver constitue un avantage secondaire.

Étude de cas

L'Université Simon Fraser de Burnaby, en Colombie-Britannique, a mis en place un programme visant à réduire la consommation d'eau froide domestique. Le système à air comprimé installé consiste en trois compresseurs rotatifs à deux phases, modèle Atlas Copco, série ZR, dont l'un est utilisé à titre de capacité de réserve. Les deux autres compresseurs fonctionnent 24 heures sur 24 et toute l'année. Le système de refroidissement existant pour ces compresseurs a été modifié pour intégrer une nouvelle boucle contenant du glycol, un échangeur de chaleur à air et au glycol, et un échangeur de chaleur supplémentaire à l'eau municipale pour les périodes de pointe. Le rejet de chaleur maximal des compresseurs est de 130,6 kW en conditions d'utilisation normales. La boucle de refroidissement a été conçue pour une température d'entrée maximale de 30 °C avec une augmentation maximale de la température de 15 °C et un débit de la solution de glycol de 2,14 L/s. Une série de quatre ventilateurs de 1 cv (0,746 kW) soufflent l'air extérieur à travers l'échangeur de chaleur air-glycol et deux pompes de circulation de 2 cv (1,492 kW), dont le débit nominal est de 2,33 L/s (37 gallons US par minute), fournissent le débit de liquide dans l'échangeur de chaleur jusqu'aux compresseurs. Les pompes sont réglées pour fonctionner dans une configuration de traînée (lead/lag) de sorte que la deuxième pompe fonctionne seulement en cas de défaillance de la première. Les quatre ventilateurs sont réglés par paires et par cycle pour maintenir la température de la boucle de refroidissement à la valeur de température prédéterminée. Le tableau 1 constitue une analyse du coût et des économies relatifs au projet et démontre que la période de récupération simple sera de 2,3 ans. Les montants des économies d'eau sont basés sur les données du compteur qui ont été relevées avant la mise en œuvre du projet.

Tableau 1 – Coût du projet et analyse des économies

Avant	
Estimation de la consommation d'eau annuelle (m^3)	44 570
Coût annuel (à 0,84 $/$m^3$)	37 439 $
Après	
Consommation d'électricité annuelle pour les ventilateurs et la pompe (kWh)	24 300
Pénalité pour température de refroidissement plus élevée (kWh)	18 500
Coût annuel d'électricité (moyenne de 0,05 $/kWh)	2 140 $
Économies annuelles générées par le projet	35 300 $
Coût total du projet	81 000 $
Période de récupération (années)	2,3

Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez vous adresser à :
Initiative des Innovateurs énergétiques, Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada, 580, rue Booth, 18e étage, Ottawa (Ontario) K1A 0E4
Tél. : (613) 995-6950 • **Téléc. :** (613) 947-4121 • **Site Web :** http://oee.rncan.gc.ca/ie

Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada renforce et élargit l'engagement du Canada envers l'efficacité énergétique afin d'aider à relever les défis posés par les changements climatiques.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2002
N° de cat. M92-242/2002-2F ISBN 0-662-86653-3
(Also available in English)

Papier recyclé